

Tömegközlekedési rendszer tervezéséhez alkalmazható, forgalom-megosztást előrebecslő modell

Déska Viktória - Szöllősy Zsolt - Dr. Csiszár Csaba

1. Bevezetés

A közlekedés térben-időben lejátszódó, kívülről és belülről eredő sztochasztikus, összetett folyamatai és legjellemzőbb sajátosságai modellek segítségével írhatók le, amelyek rendszerint többváltozós függvényekből épülnek fel. Mivel *a teljes közlekedés*, mint globális rendszer, gyakorlatilag *nem modellezhető* - mert az azt felépítő függvények száma és összetettsége irreálisan nagy - ezért *célszerű* annak *mindig csak egy alrendszerét kiválasztani és leképezni*. Az alrendszerek lehatárolhatók a rendszeren belüli tulajdonságaik (funkcióik) alapján, és a modellezés orientációja szerint is. Az egyes részrendszerek komplexen jellemezhetők azonos orientáció szerint, de eltérő - mennyiségi és minőségi - tulajdonságok alapján megalkotott modellek összekapcsolásával.

Az általunk kidolgozott forgalom-megosztást előrebecslő **modell célja** - ismert eljárások felhasználásával és összekapcsolásával, majd a „bemenő értékek” dinamizálásával - **a várható utasforgalmi jellemzők és a várható eszközválasztási arányok meghatározása**. A modell megbízhatóságának ellenőrzéséhez kalibrációs eljárások szükségesek, amelyekkel a mért és a számított (előrebecsült) értékek összehasonlíthatók. A célunk egy olyan eljárás kidolgozása volt, mellyel ezen értékek egymástól való eltérése minimális. Ennél a módszernél az összefüggéseket matematikailag leíró függvények változói között szerepelnek a jelenlegi utasforgalmi jellemzők is. A következőkben a modell jellemzőit és annak alkalmazási példáit foglaltuk össze.

2. A kidolgozott modell bemutatása

A modell *multivariációs analízisen* és a helyváltoztatási lánc elemeinek ellenállásain (minőségi és mennyiségi jellemzőkön), valamint a belőlük képzett *ellenállásfüggvényeken* alapul [2]. Mindezek alapján a számítás metódusa a következő:

1. lépés Objektumok és tulajdonságok felvétele

Az eljárásban a *közlekedési eszköztípusok*, mint **objektumok** (O_i), az *utások eszközválasztási szempontjai*, mint **tulajdonságok** (x_j) szerepelnek. Egy eszközhöz öt minőségi tulajdonságot rendeltünk ($j=1 \dots 5$), melyek több tényezőtől is függenek:

1. Az utazás költsége.

$\acute{A}r = f(\text{távolság [üzemanyag-fogyasztás, viteldíj]}, \text{eszköztípus, járulékos költségek [amortizáció, parkolási díj]})$

2. A tervezett érkezési időponttól való eltérés.

$\text{Pontosság} = f(\text{pálya [pályatípus, pályaállapot, forgalmi helyzet]}, \text{eszköz [eszközfajta, menetdinamika]})$

3. A járművön történő utazás során az utas komfortérzete, mely a szubjektív megítélésén alapul. Adott eszköztípusra, megfelelően nagy alapsokaságból, kikérdezéssel mintavétellel kapott eredmény alapján.

Utazási komfort = $f(\text{jármű tulajdonságai [ülőhelykínálat, csomagelhelyezés, utastájékoztató rendszer, klíma], megállóhelyi kényelem [utasforgalmi létesítmények]})$

4. A két végpont közötti helyváltoztatás ideje.

Idő = $f(\text{igénybevett eszközök száma, útvonal, pálya [pályatípus, pályaállapot, forgalmi helyzet,]})$

5. A helyváltoztatás során az átszállások száma.

Átszállás = $f(\text{útvonal, igénybevett eszközök száma})$

Ezek a jellemzők eltérő mértékegységekkel rendelkeznek, vagy mértékegység nélküliek (pontosság, utazási komfort, átszállások száma).

2. lépés Tulajdonságok szerinti értékelés

Minden objektumhoz a tulajdonságoknak megfelelően értékelő számokat rendeltünk; x_{ij} az i . objektum j . tulajdonsága szerinti értékelő szám (1. táblázat).

1. táblázat
Értékelő mátrix

		Tulajdonságok					
		x_1	x_2	...	x_j	...	x_p
Objektumok	O_1	x_{11}	x_{12}		x_{1j}		x_{1p}
	O_2						
	...						
	O_i				x_{ij}		
	...						
	O_n						x_{np}

3. lépés Transzformációs mátrix felírása, aggregáció

Annak érdekében, hogy egy objektum esetén a tulajdonságok együttesen értékelhetők legyenek, az eredeti mátrixot transzformálni szükséges: ezzel a tulajdonságok elveszítik eredeti nagyságrendjüket, értéküket és mértékegységüket. A *transzformációs mátrix felírása* a „v”, terjedelmen alapuló adattranszformációs eljárás alkalmazásával történt, mellyel a kapott értékek 0 és 1 közé eső számok lesznek. Az így létrehozott aggregált adatok jelölése: x'_{ij} (2. táblázat).

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x(\min)_j}{x(\max)_j - x(\min)_j} \quad (1)$$

$$x'(\min)_j = 0, \quad x'(\max)_j = 1, \quad 0 \leq x'_{ij} \leq 1$$

4. lépés Szintetizálás

A aggregált adatokból *szintetizálással* a mátrix helyett egy x^t vektort kapunk, melynek elemeivel ($x^t_1, x^t_2, \dots, x^t_n$) az objektumok egy tényezővel értékelhetők, majd összehasonlíthatók (2. táblázat utolsó oszlopa). Kiszámításuk szorzótényezők (q_j) felvételével

lehetséges, melyekkel a tulajdonságok súlyozhatók. A súlyzó tényezők szubjektív értékek, melyek az utasok preferenciáját is tükrözik.

$$x_i^t = \sum_j (q_j * x_{ij}^t) \quad (2)$$

$$\sum_j q_j = 1, 0 \leq q_j \leq 1$$

2. táblázat

Transzformált mátrix, szintetizált mutatószámok

		Tulajdonságok						
		x_1	x_2	\dots	x_j	\dots	x_p	\mathbf{x}^t
Objektumok	O_1	x^t_{11}	x^t_{12}		x^t_{1j}		x^t_{1p}	\mathbf{x}^t_1
	O_2							
	\dots							
	O_i				x^t_{ij}			\mathbf{x}^t_i
	\dots							
	O_n						x^t_{np}	\mathbf{x}^t_n

5. lépés Ellenállásfüggvény megválasztása

Az így kapott x_i^t értékeket, mint ellenállásokat ($x_i^t = w_i$) felhasználva felírhatóak az ellenállásfüggvények, melyek közül a megfelelő a kalibrációval választható ki. Az alkalmazási példákban a következő függvényeket használtuk:

$$f(w_i) = e^{\alpha * w_i} * w_i^{-\alpha} \quad (3)$$

$$f(w_i) = e^{\alpha * w_i} \quad (4)$$

($\alpha = 1$, konstans)

6. lépés Eszköztválasztási arányok meghatározása

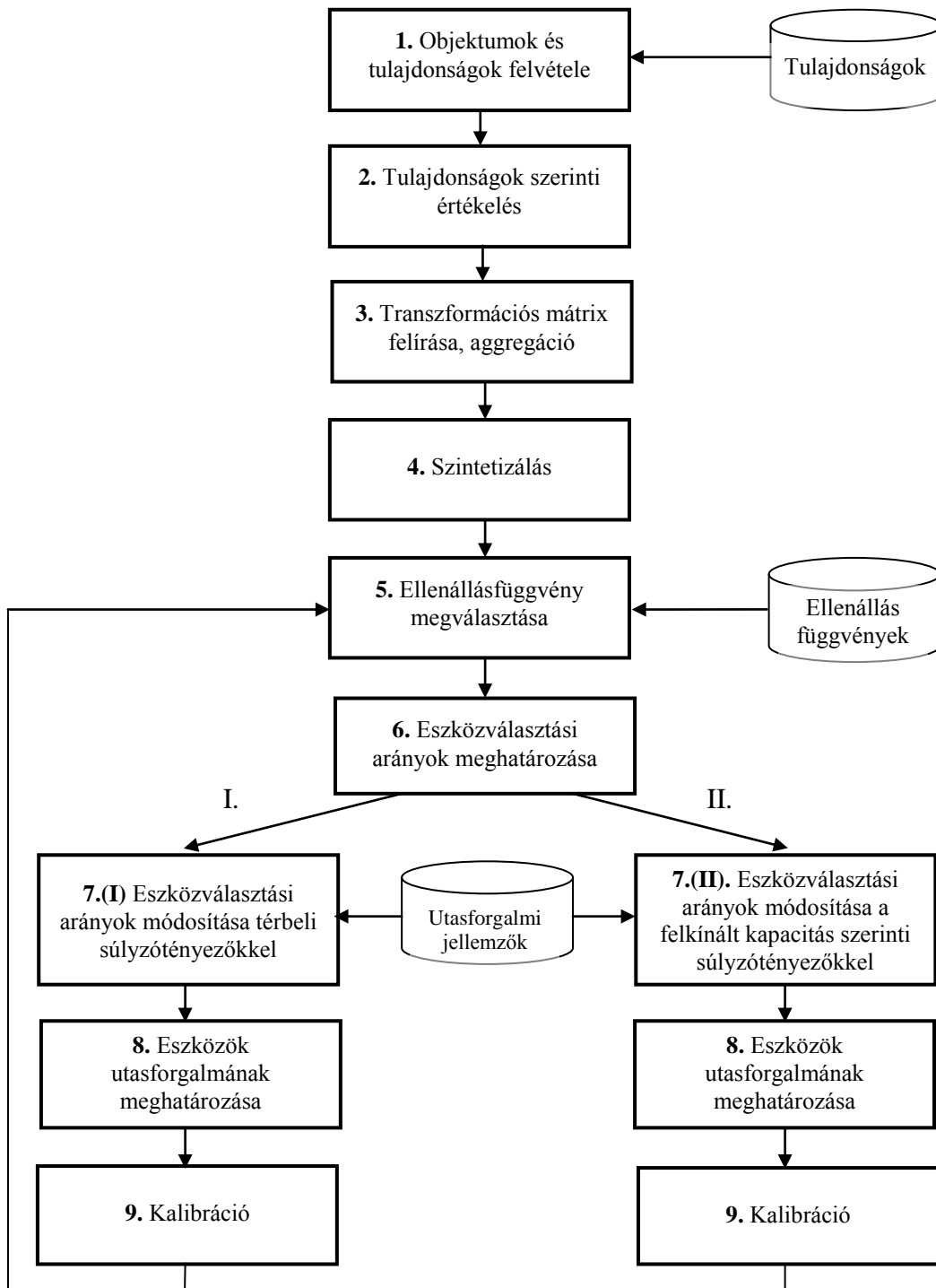
Az ellenállásfüggvények felhasználásával kiszámíthatók az *eszköztválasztási arányok* (y_i), melyek kifejezik, hogy az utasok a minőségi kritériumok figyelembevételével, mekkora valószínűséggel választják az adott eszközt.

$$y_i = \frac{f(w_i)}{\sum_i f(w_i)} \quad (5)$$

A kidolgozott modellt két tömegközlekedési probléma megoldásához használtuk fel. Mindkét esetben „egy-több” típusú térbeli kapcsolatok (gyűjtő/elosztó struktúra) forgalmi tervezését végeztük el. A példákban a számítás menete megegyezett a 6. lépéssel. Az ezt követő lépések a felhasználás céljától függően eltértek.

Az első példában (I.) a Ferihegyi repülőtérrel kiszolgáló, tervezett közforgalmú közlekedési rendszer eszköztípusain megjelenő utasforgalmak (eszköztválasztási arányok) előrebecslésére használtunk a modellt.

A második példában (II.) a 10-es út térségéből a fővárosba haladó forgalom előrebecslésekor, az egyes eljutási módok (eszköztípusok) közötti jövőbeli arányok (optimális munkamegosztás) meghatározásakor alkalmaztuk az eljárást. A módszer számítási lépéseit az 1. ábra foglalja össze; a 6. lépést követő eltérő számítási módra a számítási típusokhoz tartozó jelölések (I., II.) utalnak.



1. ábra A számítási lépéseket összefoglaló folyamatábra

3. A modell alkalmazása a Ferihegyi utasforgalom tervezése esetén (I.)

A légi közlekedés fellendülése egy magasabb szintű, *intermodális és interoperábilis* tényezőket is tartalmazó követelményrendszert támaszt a Ferihegyi repülőtérrel kiszolgáló tömegközlekedési hálózattal szemben. Az utasforgalom növekedésével elkerülhetetlen a meglévő eszközök kapacitásbővítése. Többféle közlekedési eszközfajta párhuzamos közlekedtetésével *horizontális együttműködés* valósulhat meg. A modellszámítással a rövid- és hosszútávon megvalósítható közlekedési alternatívák utasforgalma becsülhető előre.

A jelenlegi kínálathoz képest, *rövidtávon* mind minőségi, mind mennyiségbeli fejlesztés a Centrum-busz közlekedtetése. *Hosszútávon*, további színvonalnövelés érhető el a gyorsvasút kiépítésével, illetve a 3-as metró meghosszabbításával.

A 6. lépést követően alkalmazott számítási eljárás ebben az esetben a következő:

7.(I). lépés Eszközválasztási arányok módosítása térbeli súlyzó tényezőkkel

A repülőtérre érkező, majd a városba haladó utasforgalmat a számítás során Budapest öt jelentős csomópontja, mint *képzett városi alközpontok között osztottuk szét*. Az egyes célhelyekhez tartozó eszközválasztási arányokat a teljes budapesti utasforgalom adott célhelyre eső hányadával súlyoztuk; így megkaptuk a főváros egészére vetített eszközválasztási arányokat.

Az egyes célhelyekhez a környező magas célforgalmú kerületek lettek hozzárendelve, melyek a következők:

- *Deák tér*: V-VIII. kerület,
- *Flórián tér*: III. kerület és a II. kerület utasforgalmának fele,
- *Árpád-híd pesti hídfője*: IV., XIII-XV. kerület,
- *Moszkva tér*: I, XII. kerület, és a II. kerület utasforgalmának fele,
- *Etele tér*: XI. kerület.

Egyszerűsítésképpen, az alacsony utasforgalmú kerületek nem lettek figyelembe véve. A térbeli súlyzó tényezőkkel képzett eszközválasztási arányok ($y_{i,k}^s$) számítása a következő:

$$y_{i,k}^s = s_k * y_{i,k} \quad (6)$$

k : a k . célhelyre vonatkozó index ($k=1 \dots 5$),

i : az eszköztípusokra vonatkozó index ($i=1 \dots n$),

$y_{i,k}, y_{i,k}^s$: a k . célhely súlyozatlan, illetve súlyozott eszközválasztási aránya az i . eszköz esetében,

s_k : k . célhely súlyzó tényezője.

(*Deák tér*: 0,355; *Flórián tér*: 0,115; *Árpád-híd pesti hídfője*: 0,234; *Moszkva tér*: 0,132; *Etele tér*: 0,164).

A teljes budapesti forgalomra vonatkozó eszközarányok számítása (Y_i):

$$Y_i = \sum_{k=1}^5 y_{i,k}^s \quad (7)$$

8. lépés Eszközök utasforgalmának meghatározása

A kapott eszközarányból az *érkező össz-utasforgalom* ($N_{\bar{o}}$) felhasználásával meghatározható az egyes *eszközök utasforgalma* (N_i):

$$N_i = Y_i * N_{\bar{o}} \quad (8)$$
$$(N_{\bar{o}} = \sum_{i=1}^n N_i).$$

9. lépés Kalibráció

A jelenlegi forgalomra vonatkozó számított eszközarányok megfeleltetése a keresztmetszeti mérési eredményekkel való összevetéssel igazolható. A modell kalibrációja során a (3)-as formula bizonyult pontosabbnak, mely alapján a jelenlegi utasforgalmi megoszlás arányai a következők:

3. táblázat
A jelenlegi utasforgalmi megoszlás arányai

	<i>Reptér-busz</i>	<i>Minibusz</i>	<i>Taxi</i>	<i>Szgj.</i>
<i>Számított</i>	8,6%	18,6%	17,5%	55,4%
Mért	7%	19%	14%	60%

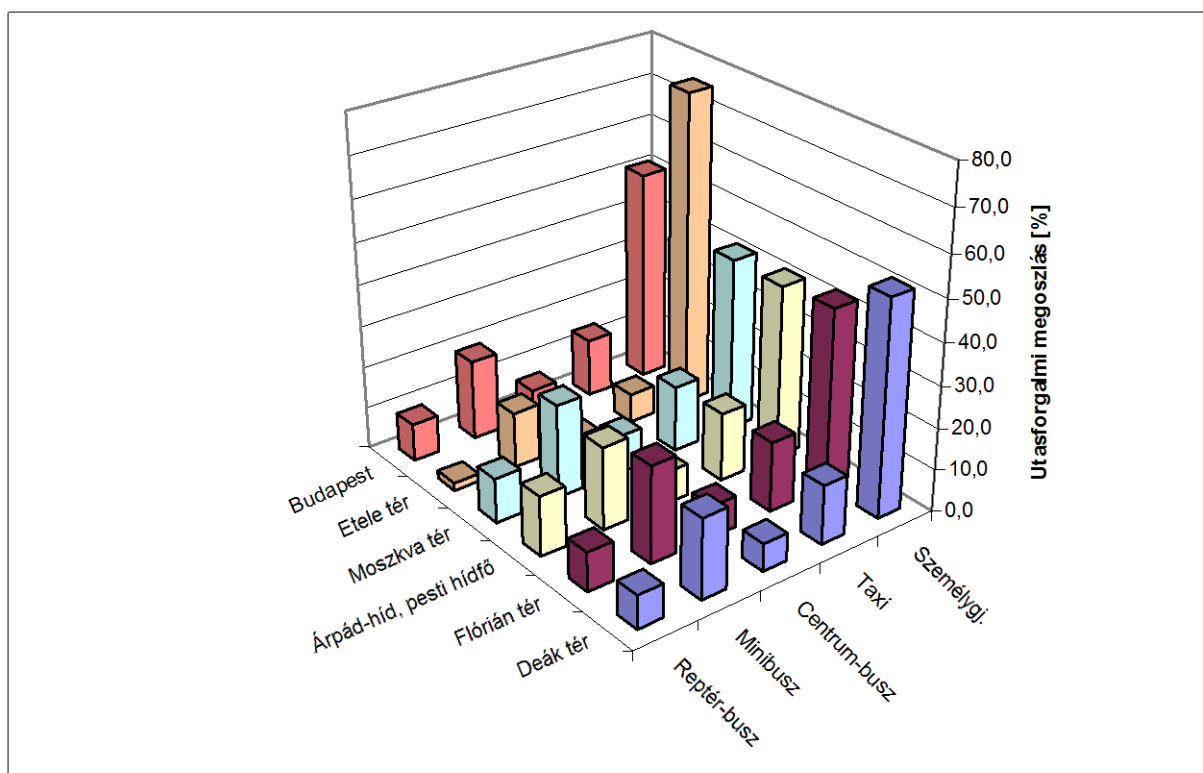
A táblázatban a számított és a mért értékeket összehasonlítva kitűnik, hogy közel azonos eredmények adódtak.

A modellszámítást két időtávlatra végeztük el: *rövid- és hosszútávra*. A különbség a felkínált eszközök típusa és szolgáltatási színvonala. Rövidtávon a Centrum-busz közlekedtetése jelenthet átmeneti megoldást; a gyorsvasút és metró megvalósítása hosszabb időt igényel. A számításkor *csak a budapesti utasokat vettük figyelembe*; a vidéki és külföldi utasokat - további egyszerűsítésként - elhanyagoltuk. A *személygépjármű* kategóriába az utas saját autója, illetve a családtagjai, ismerősei általi szállítás mellett a szállodai járművekkel történő utazás - mint *egyéni közlekedés* - is beleszámít.

3.1. Rövidtávú fejlesztések

A zártpályás eszközök kiépüléséig a Centrum-busz jelentheti a magas kényelmi szintű, közvetlen közlekedési kapcsolatot a reptől és a Belváros között. A járatok a legkevesebb megállással közlekednének; a menetidő a két végpont között kb. 40-50 perc. A szolgáltatás hátránya a közúti forgalomtól való erős függősége és az ebből eredő viszonylag hosszú- és bizonytalan menetidő. Ezáltal hosszútávon nem pótolhatja a zártpályás összeköttetés hiányát.

A mértékadó napi légiutas-forgalom az augusztusi hónapban jelentkezik; ennek rövidtávon előrebecsült értéke $t=1,35$ fejlődési szorzóval képezhető a jelenlegiből (rövidtávon $N_{\bar{o}}=27.977$ fő). Az elvégzett modellszámítás eredményeit a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. A rövid távú fejlesztéseket követő utasforgalmi megoszlás

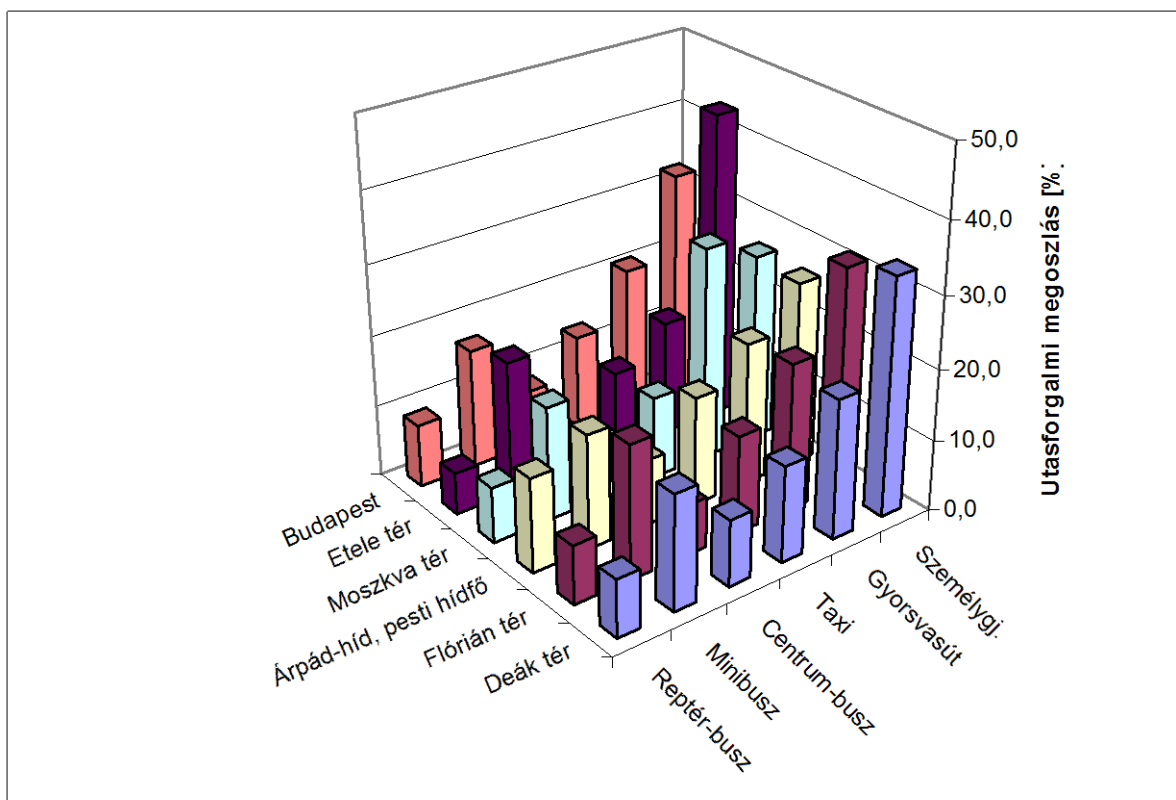
A Reptér-busz alacsony kapacitáskihasználása azzal magyarázható, hogy a számításkor a légi utasok eszközválasztását vettük alapul, ugyanakkor a viszonylaton a környék lakosságának közlekedési igényei (hivatásforgalom) is megjelennek, melyek a járművek kihasználtsági értékeit növelik. Az is kitűnik, hogy a **Centrum-busz** részesedése alacsony; az egyéni közlekedéstől csak kis mértékben von el utasokat. Közlekedtetése az eddigi forgalommegoszlásra minimális hatást gyakorol. **A szolgáltatás bevezetésével a modal-split arányában döntő javulás nem következik be.**

3.2. Hosszútávú fejlesztések

1. szkenárió

Hosszútávon, a növekvő légi utasszám magas színvonalú kiszolgálása érdekében elengedhetetlen valamilyen kötőtpályás kapcsolat megépítése. Ennek egyik formája a MÁV pályahálózatán üzemelő gyorsvasút. A számításkor a 21 perc körüli eljutási időt lehetővé tévő Keleti pályaudvar – Kőbánya-Kispest – Férihegy 2 nyomvonalat vettük figyelembe.

A mértékadó napi utasforgalomnak a hosszú távon (6-9 év) előrebecsült értéke $t=2,1$ fejlődési szorzóval képezhető (hosszútávon $N_6=43.520$ fő). Az elvégzett modellszámítás eredményeit a 3. ábra szemlélteti.



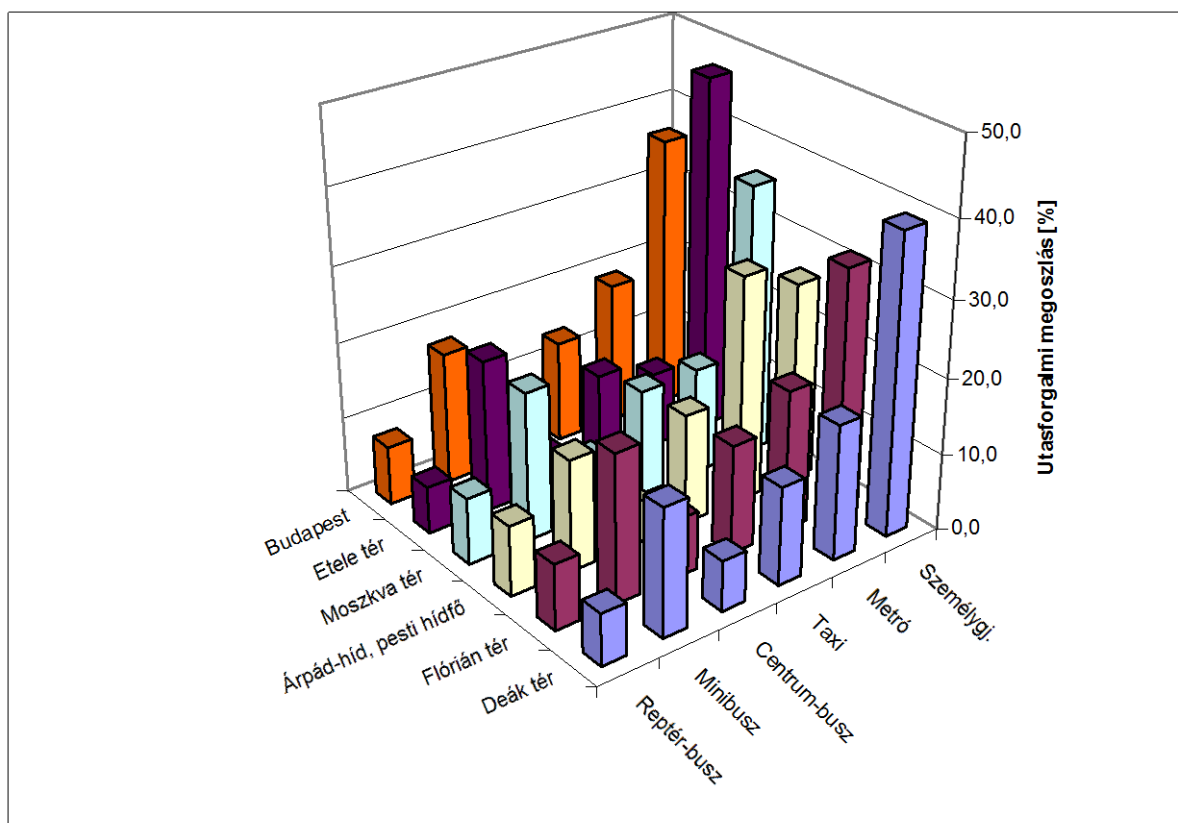
3. ábra. Az 1. szkenárió szerinti fejlesztéseket követő utasforgalmi megoszlás

A gyorsvasút kiépítésének hatása kedvező, részesedése a közforgalmú eszközök közül magas (a legtöbb célhelynél a legnagyobb). A gyorsvasút azokon a célhelyeken von el utasokat nagy számban, melyek kevés átszállással, vagy pedig a többi módhoz képest sokkal gyorsabban közelíthetők meg. **A gyorsvasút egyéni közlekedésre gyakorolt hatása jelentős, hozzájárul a modal-split arányának (68-32%) javításához.** A gyorsvasút megjelenése a taxi és a minibusz utasszámaiban kisebb csökkenést okoz.

2. szkenárió

A gyorsvasút helyett a 3-as metró ferihegyi meghosszabbítása lehet a zártpályás kapcsolatok kiépítésének második alternatívája, mely egy olcsó, közepes presztízsértékű eljutási alternatívát kínál a légi utasok számára. A városszéli területeken intermodális csomópontokat is kiszolgálhat.

Az utasforgalom előrebecslése az 1. szkenáriónál ismertetett módon történt; a számítás eredményeit a 4. ábra szemlélteti. Az eredmények mutatják, hogy a metró hatása jelentős. **A modal-split aránya 64-36%.** A metrónak azokon a célhelyeken van a legnagyobb forgalomelszívó hatása, melyek az eszközzel közvetlenül elérhetőek, és a város távolabbi területein fekszenek. **A metró a gyorsvasútnál kisebb mértékben okoz változást a forgalommegosztásban, mint a gyorsvasút;** a legnagyobb forgalomátterelődés az észak-budapesti célhelyeknél tapasztalható [3], [4].



4. ábra. A 2. szcenárió szerinti fejlesztéseket követő utasforgalmi megoszlás

4. A modell alkalmazása a 10-es út térségének forgalmi tervezése esetén (II.)

Budapest környékén a 10-es út menti települések közlekedését - különösen a reggeli hivatásforgalmat - jelentősen megnehezíti a térség infrastrukturális hálózatának telítettsége (fejletlensége), mely mind a közúton, mind a vasúton jelentkezik. Az egyes alágazatok közötti jelenlegi munkamegosztás rövid- és hosszútávú fejlesztésekkel változtatható meg. *Rövidtávon*, ütemes menetrend bevezetésével magasabb színvonalú lesz a vasúti közlekedés, ezzel egyidőben az autóbusz egyre inkább vasúti ráhordó szerepet kap. *Hosszútávon* további vasúti kapacitásbővítéssel, az autóbusz ráhordó szerepének erősítésével, valamint az M0-s út északi részének megépítésével és Újpest megállóhelyénél egy intermodális csomópont kialakításával fejleszthető az elővárosi közlekedés. Mindez kihatással van az alágazatok közötti kedvezőbb munkamegosztásra is.

A modellszámítást a térség hét települése (*Üröm, Pilisborosjenő, Solymár, Pilisszentiván, Pilisvörösvár, Piliscsaba, Pilisszántó*) és a főváros közötti kapcsolatra végeztük el. A 10-es út menti, Budapest agglomerációján kívüli (alacsonyabb utasforgalmú) településeket nem vettük figyelembe. A végzett számítás célja az volt, hogy a kiindulóhelyek eszközválasztási arányainak felhasználásával a térséget - korszerű elővárosi közlekedés feltételeinek megfelelően - ellátó integrált közlekedési rendszer legyen tervezhető.

A 6. lépést követően alkalmazott számítási eljárás ebben az esetben a következő:

7.(II). lépés *Eszközválasztási arányok módosítása a felkínált kapacitás szerinti súlyozótényezőkkel*

Az eszközválasztási arányok (y_i) kifejezik az eszközök választási valószínűségét az utasok szubjektív **minőségi megítélése** alapján (településenként külön-külön). Azonban ezt a döntést a **menyiségi paraméterek** (jármű befogadóképessége, napi járatszám) szintén befolyásolják. Ugyanis ha az utasok által egyébként preferált eszköztípus esetén a kapacitáskínálat kisebb, akkor ez a szempont is kihat a választásukra. Tehát a felkínált kapacitással tovább súlyozva meghatározható az utasok megoszlása a közlekedési eszköztípusok között.

Egy-egy településről a Budapestre érkező *utasok közlekedési módonkénti megoszlása* ($y_{i,k}^s$) - a súlyozással - a következőképpen számítható:

$$y_{i,k}^s = \frac{y_{i,k} \cdot Q_{i,k} \cdot B_{i,k}}{\sum_i (y_{i,k} \cdot Q_{i,k} \cdot B_{i,k})} \quad (9)$$

- k : a k . településre vonatkozó index ($k=1 \dots 7$),
 i : az eszköztípusokra (utazási módokra) vonatkozó index $i=1 \dots n$,
 $y_{i,k}, y_{i,k}^s$: a k . település súlyozatlan, illetve súlyozott eszközválasztási aránya az i . eszköz esetében,
 $Q_{i,k}$: az i . közlekedési mód által egy nap alatt indított járatok (eljutási lehetőségek) száma a k . településről,
 $B_{i,k}$: az i . közlekedési mód járműveinek (járműszerelvényeinek) befogadóképessége a k . település esetében.

8. lépés *Eszközök utasforgalmának meghatározása*

A településenkénti eszközarányok ($y_{i,k}^s$) és a településenkénti napi utasforgalom (N_k) alapján meghatározható az egyes eszközök utasforgalma településenként ($N_{i,k}$):

$$N_{i,k} = y_{i,k}^s \cdot N_k \quad (10)$$

$$(N_k = \sum_{i=1}^n N_{i,k}).$$

Az eszköz-típusonkénti és településenkénti utasszám-értékek utóbbi szempont szerinti összegzésével számítható az adott térségből Budapestre beérkező utasforgalom alágazonkénti (eljutási módonkénti) bontásban:

$$N_i = \sum_{k=1}^7 N_{i,k} \cdot \quad (11)$$

Az adott térségből Budapestre irányuló napi utasforgalom az egyes települések, illetve az egyes eszköz-típusok (eljutási módok) utasszám-adatainak összegzésével képezhető.

$$N_{\sigma} = \sum_{k=1}^7 N_k = \sum_{i=1}^n N_i \cdot \quad (12)$$

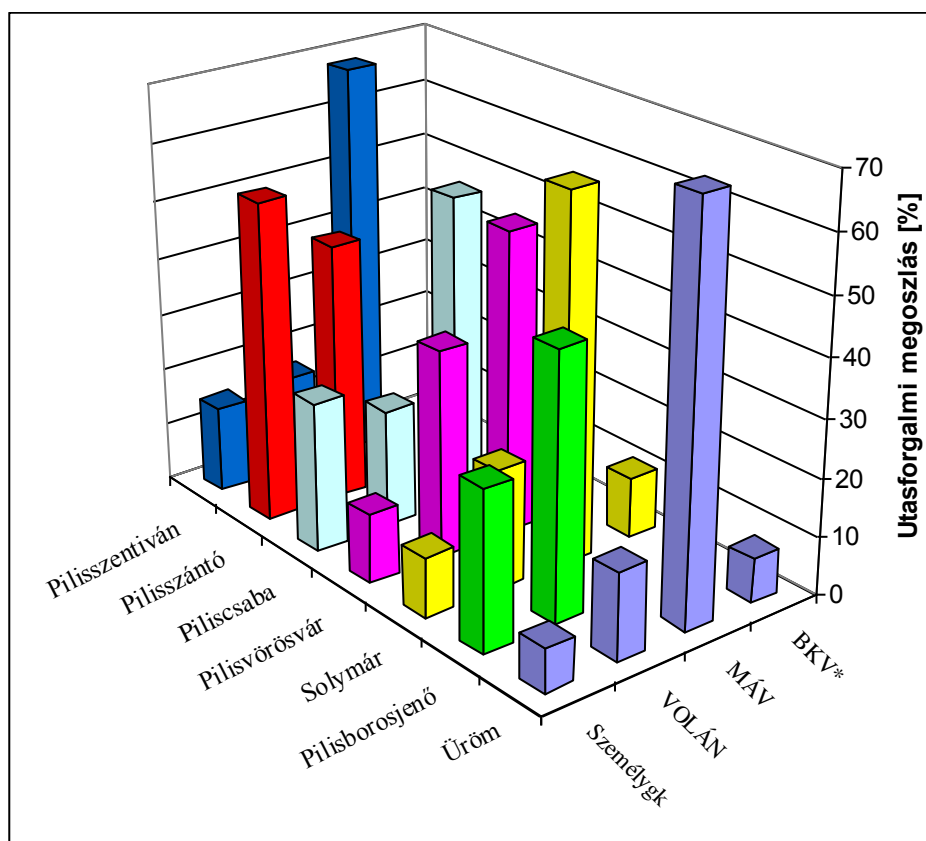
9. lépés *Kalibráció*

Megfelelő mennyiségű és pontosságú forgalmi adat hiányában a kalibráció a jelen időszakra csak részlegesen volt elvégezhető. A jelenlegi utasmegoszlásra a pontosabb eredményt a (4)-es formula alkalmazása adta, mellyel a közforgalmú közlekedést használók aránya a valóságosnál valamelyest nagyobbra adódott.

A modellszámítást két időtávlatra: *rövid-, és hosszútávra* végeztük el. A különbség az utazási lehetőségek számában és a társaságok által kínált színvonalban mutatkozik meg. A jelenlegi helyzetre és a rövidtávú fejlesztésekhez kapcsolódó számításoknál az utasok érkezési helyét az Árpád-híd autóbusz-állomásnál, míg hosszútávon Újpest megállónál jelöltük ki.

4.1. Rövidtávú fejlesztések

A térségben korszerű autóbuszok és vasúti járművek üzembeállításával, infrastrukturális fejlesztésekkel javítható a közforgalmú közlekedés szolgáltatási színvonala. A rövidtávú fejlesztési tervek a vasúti 30 perces ütemes közlekedés bevezetéséhez minimálisan szükséges infrastrukturális fejlesztéseket tartalmazzák, melyekkel a mostanihoz (Budapest-Esztergom 92-98 perc) képest jelentős menetidő-csökkenés érhető el. A 10-es út fejlesztésével, a gyorsforgalmi út kiépítésével csak Budapest határán kívül csökkenthetőek a torlódások és az ebből adódó késések; a menetrendi eltérések jelentős hányada azonban a Bécsi úton keletkezik.



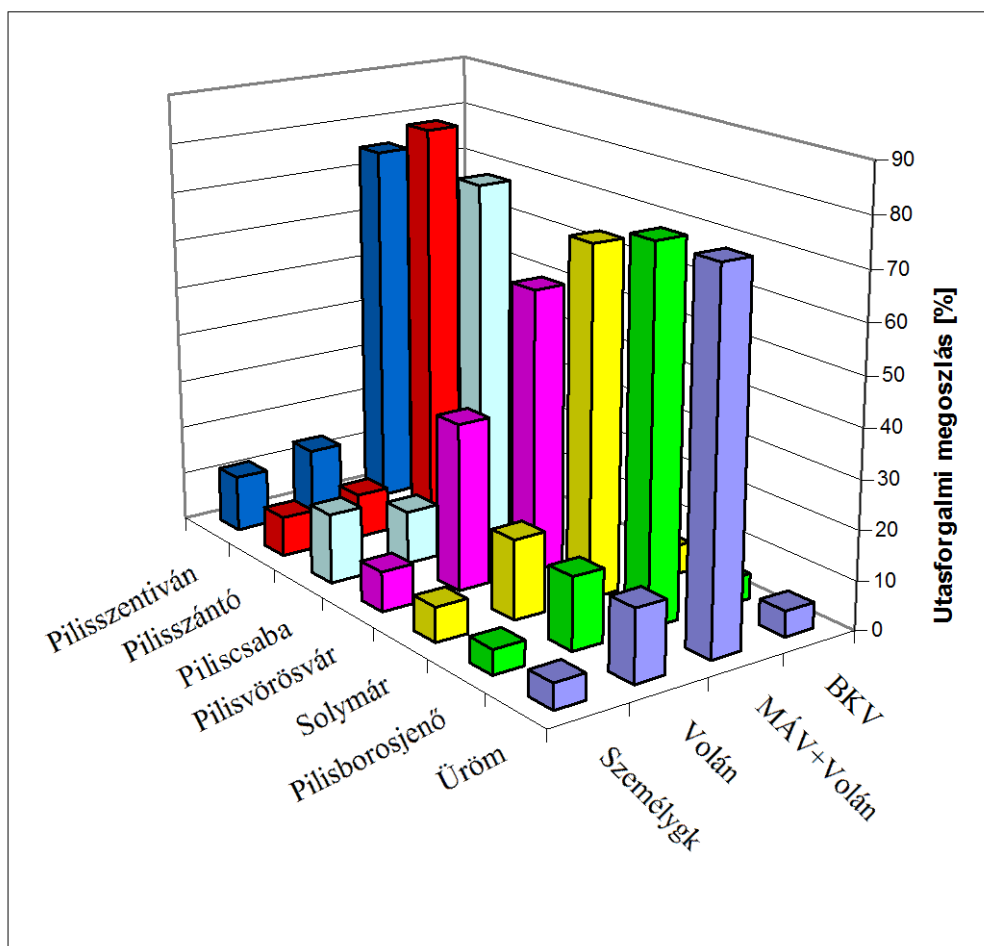
5. ábra. A rövid távú fejlesztéseket követő utasforgalmi megoszlás

Azokon a településeken, ahol a közforgalmú közlekedést biztosító társaságok együttműködése megvalósult - vasúthoz csatlakozó autóbusz-közlekedés - az elszállított

utasok jelentős hányada veszi igénybe a vasút szolgáltatásait a fővárosba való utazáshoz. Mindezek hatására az **egyéni közlekedés részaránya is jelentősen csökken**. A vasút a legtöbb településen meghatározó szerepet játszik a sugárirányú utazások kielégítésében.

4.2. Hosszútávú fejlesztések

Hosszútávon a 20 perces vasúti ütemes menetrend bevezetésével és az autóbusz-járatok nagyobb mértékű átszervezésével biztosítható a nagykapacitású, kevésbé zavarérzékeny tömegközlekedés. Az új vasúti menetrend bevezetésével a Budapest - Esztergom közötti utazási idő tovább csökken. Az új nyomvonalon futó 10-es gyorsforgalmi úton kívül szükséges az M0-s körgyűrű északi részének kiépítése, mely jelentős mértékben tehermentesítheti a főváros ezen bevezető szakaszát az átmenő forgalom alól; így a térség menetrendszerinti autóbuszai is megbízhatóbban tartják a menetidejüket. Újpest-városkapu metrómegállóhelynél egy **intermodális csomópont** kiépítése a vasúti, a közúti és a városi közlekedés kapcsolódásának legmodernebb formáját jelentené.



6. ábra. A hosszú távú fejlesztéseket követő utasforgalmi megoszlás

A vonatokhoz csatlakozó (ráhordó) autóbusz-közlekedéssel **az alágazatok között intenzívebb vertikális kooperáció alakul ki**. A térségből a fővárosba közlekedő **utasoknak átlagosan a 70%-a venné igénybe az intermodális közlekedési szolgáltatást**. A közlekedési szövetség létrejötte ezt a folyamatot erősítené.

A fejlesztéseket követően lesznek olyan települések, ahonnan közúton is rövid eljutási idő biztosítható. Ezért ezeknél a területeknél a közúti közforgalmú közlekedés továbbra is meghatározó szerepet fog játszani a forgalom lebonyolításában [1], [5].

5. A modell továbbfejlesztési lehetősége

A modellszámítások rámutattak arra, hogy a kidolgozott eljárás alkalmas keresleti és kínálati közlekedés-fejlesztési intézkedések megalapozásához. Segítségével meghatározható az egyes közlekedési eszköztípusok (eljutási módok) közötti jelenlegi és jövőbeli munkamegosztás. A megosztást az eszköztípusok jellemzői erősen befolyásolják; a kapott eredmény „érzékeny” a számítás alapját képező minőségi paraméterek változására.

Annak érdekében, hogy a modell a gyakorlatban minél hatékonyabban használható legyen, annak célorientált továbbfejlesztése a következő irányokban lehetséges a lehatárolások kibővítésével vagy feloldásával:

- az eszközválasztási arányok megállapításához szükséges minőségi paraméterek körének bővítése,
- az átszállási kapcsolatok részletesebb figyelembevétele,
- az egyszerűsítés következtében kimaradt területek bevonása; több indulási/érkezési hely kijelölése.

Az utasok komplex helyváltoztatási láncban megjelenő igényeinek leképzéséhez szükséges a továbbiakban majd a több-több jellegű térbeli kapcsolatok felépítése is (a példákban alkalmazott egy-több típusú kapcsolatok helyett).

A bemutatott gyakorlati példák tükrözik ezen modellezési eljárás használhatóságát; és így hozzájárulnak a *számadatokon* alapuló döntéshozatalhoz.

IRODALOM

- [1] DÉSKA VIKTÓRIA: A közforgalmú személyszállítási módok közötti optimális munkamegosztás meghatározása a budapesti agglomerációban (10-es főútvonal térsége) BME, Közlekedésmérnöki Kar, diplomaterv, 2005.
- [2] KÖVESNÉ DR. GILICZE ÉVA: Személyközlekedési rendszerek BME, Közlekedésmérnöki Kar, előadási jegyzet, 2004
- [3] SZÖLLŐSY ZSOLT: Férihegyi repülőtér közforgalmú közlekedési kapcsolatainak fejlesztési lehetőségei BME, Közlekedésmérnöki Kar, diplomaterv, 2005.
- [4] BKV Rt. utasforgalmi felmérés (2004)
- [5] VOLÁNBUSZ Rt. utasforgalmi felmérés (2003)